

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ «ТРАНСФОРМАТОРНО-ТИРИСТОРНОЕ ПУСКОВОЕ УСТРОЙСТВО – АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ»¹

Лоза К.С., Сарваров И.А.

Научный руководитель – профессор Петушков М.Ю.

*Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И.Носова*

При составлении модели предпочтение отдано пакету Simulink и его расширению SimPowerSystems. Расширение SimPowerSystems имеет библиотеки виртуальных электрических машин, силовой электроники, источников энергии, измерительных приборов и др. Это позволяет быстро скомпоновать и исследовать модель практически любой сложности. При отсутствии в составе библиотек необходимых элементов они могут быть построены из элементарных блоков Simulink.

Для решения поставленной задачи SimPowerSystems имеет практически все необходимые библиотечные блоки. Особенно важным является то, что виртуальные модели асинхронного двигателя и трансформатора построены согласно соответствующим системам дифференциальных уравнений.

Возможны и другие способы реализации модели. Например, написание программы на языках программирования высокого уровня. Этот способ достаточно трудоемок, требует много времени на отладку программы и высокой квалификации программиста. Другой путь – представление систем уравнений в операторном виде и решение их в пакете Simulink в виде функциональных моделей. На рис. 1 показана такая модель асинхронного двигателя, построенная по уравнениям.

Такие модели достаточно наглядны, легко модифицируются. Их применение оправдано в тех случаях, когда необходимо сконструировать собственный уникальный блок или учесть явления и процессы, не предусмотренные в стандартных библиотечных блоках, например, явление насыщения главной магнитной цепи АД. В прочих ситуациях построение функциональных моделей преимуществ не дает. В частности, результаты моделирования, полученные при исследовании функциональной модели (рис. 1) идентичны результатам для библиотечного блока SimPowerSystems «Asynchronous Machine SI units».

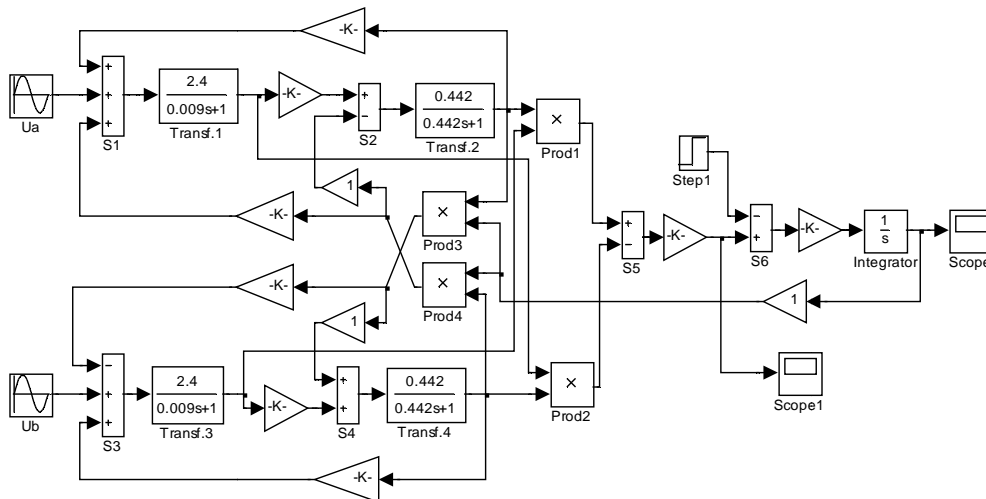


Рис. 1. Функциональная модель АД в неподвижной системе координат

Первым этапом при анализе работы АД является моделирование процесса прямого пуска. Данный процесс является типовым и по характеру его протекания можно оценить адекватность модели реальной системе. При этом в первую очередь уделяется внимание совпадению результатов моделирования, воспроизводящих известными паспортные данные.

На рис. 2 показана компьютерная модель, реализующая прямой пуск двигателя при различных характерах нагрузки на валу. Назначение и особенности настройки стандартных библиотечных блоков подробно описаны в специальной литературе [3,4]. Переключатель S1 позволяет выбрать характер нагрузки: вентиляторного типа или с постоянным моментом сопротивления на валу. Субблок «Vent» реализует известную зависимость: $M = M_{xx} + k\omega^2$. Блок «Scope» отображает зависимость от времени действующих значений токов статора, скорости вращения ротора и электромагнитного момента на валу.

Для точного определения контролируемых величин их численные значения выводятся на виртуальный дисплей.

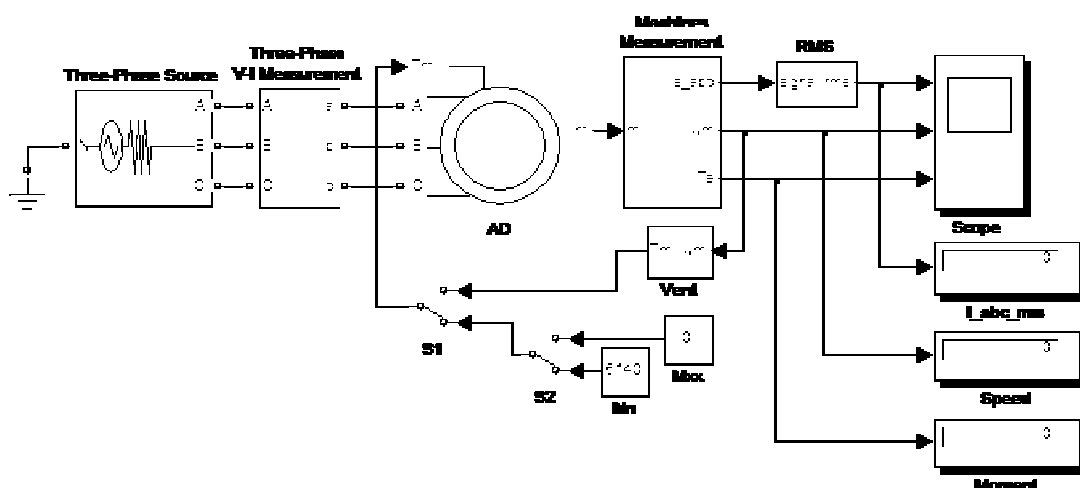


Рис. 2. Модель для анализа прямого пуска АД

Главной сложностью при моделировании является выбор параметров схемы замещения. Стандартная методика позволяет рассчитать их на основании известных паспортных данных.

Таблица

Технические данные двигателя ДАЗО-450У-4У1

P_n , кВт	n , об/мин	η , %	$\cos\varphi$	I_n , А	k_i	M_n	m_n	m_{\max}	J , кг·м ²
800	1480	95,1	0,89	91	7	5140	1,2	2,6	300

Полученные при расчетах параметры позволяют адекватно описать работу двигателя в номинальном режиме. В режимах отличных от номинальных, особенно при пуске двигателя, погрешность результатов может оказаться значительно большей. Она обусловлена изменением параметров цепи ротора R_r и L_r в процессе пуска за счет вытеснения тока в стержнях и насыщения коронок зубцов ротора.

Погрешность тем больше, чем выше мощность двигателя. В частности, для исследуемого АД полученная при моделировании кратность пускового тока оказалась выше паспортного значения почти в два раза.

В данной работе параметры R_r и L_r скорректированы таким образом, чтобы величина кратности тока k_i соответствовала паспортному значению.

Итоговая модель непригодна для исследования номинального режима, но позволяет корректно описать процесс пуска и режимы, близкие к холостому ходу двигателя. Учитывая, что при пуске мощных вентиляторов момент сопротивления на валу АД ограничен по величине модель с измененными параметрами можно считать адекватной для решения поставленной задачи.

На рис. 3 показаны результаты моделирования прямого пуска двигателя с набросом нагрузки по окончании разгона.

Процессы пуска данного двигателя с вентиляторной нагрузкой приведены на рис. 4. Следует отметить, что на токовой диаграмме показаны действующие значения тока статора $I_s(t)$.

Анализ результатов моделирования показал, значения тока холостого хода I_{xx} , номинального тока I_n , кратности пускового тока k_i , номинальной скорости ω_n совпадают с паспортными значениями в пределах допустимой погрешности.

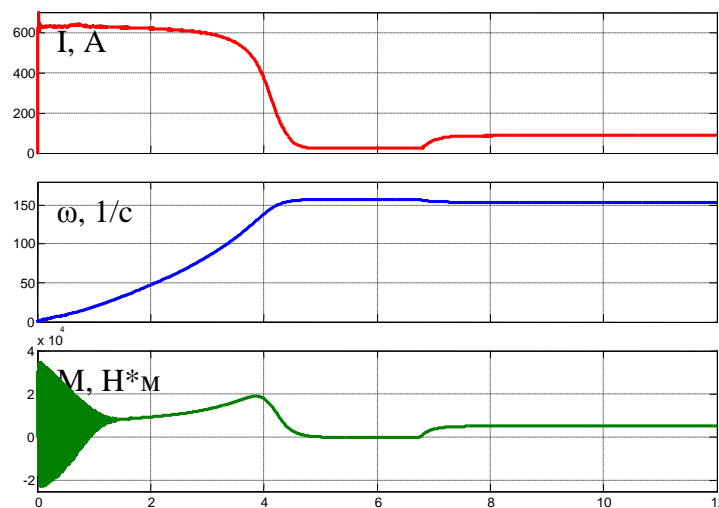


Рис. 3. Расчетные осциллограммы прямого пуска АД с набросом нагрузки

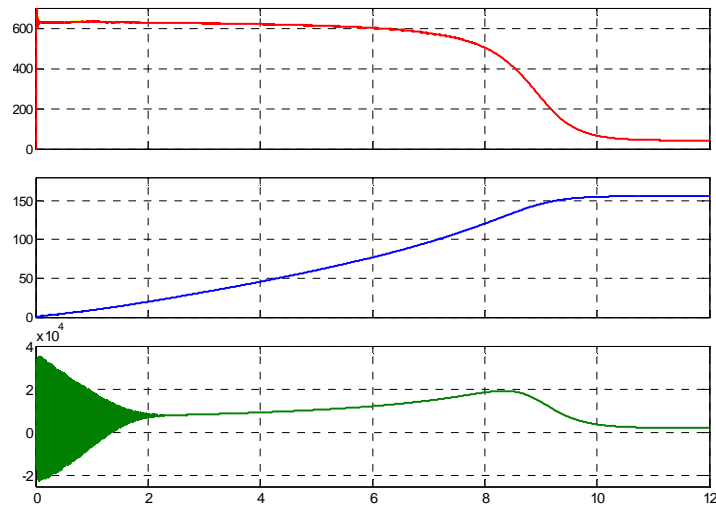


Рис. 4. Расчетные осциллограммы прямого пуска АД с вентиляторной нагрузкой

ⁱРабота выполнялась по конкурсу № НК-66П «Проведение поисковых научно-исследовательских работ по направлению «Создание энергосберегающих систем транспортировки, распределения и потребления тепла и электроэнергии»